

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-249657

(43)公開日 平成5年(1993)9月28日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	T	7369-2H		
B 2 3 K 26/00	C	7425-4E		
	N	7425-4E		

審査請求 未請求 請求項の数4(全7頁)

(21)出願番号 特願平4-83408

(22)出願日 平成4年(1992)3月5日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 吉野 洋一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

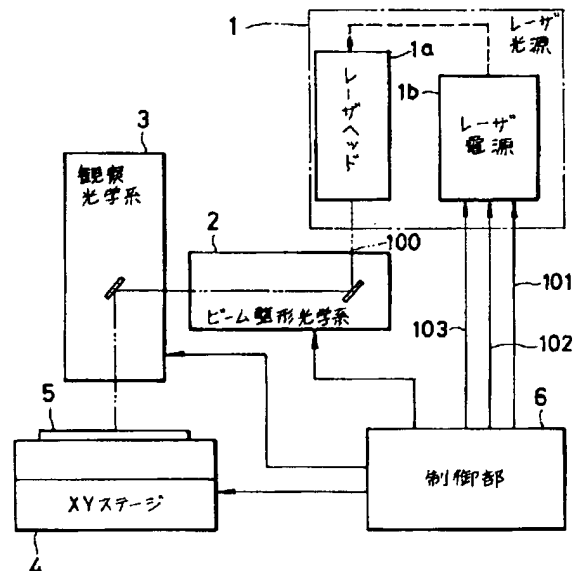
(74)代理人 弁理士 ▲柳▼川 信

(54)【発明の名称】 フォトマスク修正装置およびフォトマスク修正方法

(57)【要約】

【目的】 ガラス基板表面に損傷を与えることなく、残留欠陥の除去修正を可能とする。

【構成】 制御部6はフラッシュトリガ信号101によってレーザー光源1のフラッシュランプの点灯を指示し、Qスイッチトリガ信号102によってレーザー光源1のQスイッチ動作を指示し、出力制御信号103によってフラッシュランプの充電電圧を制御する。制御部6は出力制御信号103によってレーザー電源1bを、レーザーヘッド1aから1発目のエネルギーE1よりも小さいエネルギーE2のレーザーパルス100が出射されるよう制御する。



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォトマスクの残留欠陥に対してレーザ光を複数回照射して前記残留欠陥の除去修正を行うフォトマスク修正装置であって、前記残留欠陥に照射する最終のレーザ光の出力を前記最終以前のレーザ光の出力よりも低くする手段を設けたことを特徴とするフォトマスク修正装置。

【請求項2】 前記レーザ光を出射するレーザ光源への供給電源を可変することによって前記最終のレーザ光の出力を前記最終以前のレーザ光の出力よりも低くしたことを特徴とする請求項1記載のフォトマスク修正装置。

【請求項3】 前記レーザ光の光路上に前記レーザ光を透過する光学部材を設け、前記光学部材の透過率を可変することによって前記最終のレーザ光の出力を前記最終以前のレーザ光の出力よりも低くしたことを特徴とする請求項1記載のフォトマスク修正装置。

【請求項4】 フォトマスクの残留欠陥に対してレーザ光を複数回照射して前記残留欠陥の除去修正を行うフォトマスク修正方法であって、前記残留欠陥に照射する最終のレーザ光の出力を前記最終以前のレーザ光の出力よりも低くする工程を設けたことを特徴とするフォトマスク修正方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【技術分野】 本発明はフォトマスク修正装置に関し、特にレーザ光を用いてフォトマスクの残留欠陥を除去修正するフォトマスク修正方法に関する。

## 【0002】

【従来技術】 半導体集積回路やプリント板などのパターン形成に用いられるフォトマスクには残留欠陥や欠損欠陥と呼ばれる2種類の欠陥が存在する。すなわち、図6に示すように、残留欠陥9aはフォトマスクのパターン9の不要な部分に遮光膜となる薄膜(CrやFeOなどの金属膜)が残留する欠陥である。また、欠損欠陥9bはフォトマスクのパターン9の必要な部分の薄膜が欠損する欠陥である。

【0003】 フォトマスクのパターン9に上記の残留欠陥9aや欠損欠陥9bが存在すると、半導体集積回路やプリント板などの性能不良を引き起こし、半導体集積回路やプリント板などの歩留りを低下させる原因となる。そのため、上記の残留欠陥9aや欠損欠陥9bをなくすようフォトマスク製造プロセスの改善がなされているが、現状では残留欠陥9aや欠損欠陥9bをなくすことは不可能である。

【0004】 そこで、上記の残留欠陥9aや欠損欠陥9bを修正する必要がある。これらの欠陥のうち残留欠陥9aを修正する方法としてレーザ光を用いて修正する修正方法が一般的に採用されており、この種の修正装置はレーザマスクリペアと呼ばれている。

【0005】 従来、この種の修正装置においては、図7

## 2

に示すように、レーザ光源1から出射されたレーザ光をビーム整形光学系で整形した後に、該レーザ光をXYステージ4に載置されたフォトマスク5に照射している。

【0006】 通常、レーザ光源1にはパルス励起QスイッチYAGレーザが用いられている。このレーザ光源1から出射されるレーザ光の波長は1.06μmであるが、そのレーザ光の第2高調波光の0.53μmや第4高調波光の0.266μmを用いてより微細な修正を行う場合もある。

【0007】 ビーム整形光学系2はレーザ光源1から出射されたレーザ光をビームエキスパンダ(図示せず)によって拡大し、拡大したレーザ光をスリット(図示せず)などによって所望の形に整形する。観察光学系3は通常顕微鏡と同様の構成をとり、図示せぬ対物レンズや照明装置、および接眼鏡やTVカメラなどから構成されている。観察光学系3はこれらの構成部品によってXYステージ4上のフォトマスク5を観察する。このとき同時に、観察光学系3はビーム整形光学系2で整形されたレーザ光を対物レンズによってフォトマスク5の表面に集光する。

【0008】 これらビーム整形光学系2および観察光学系3においてはフォトマスク5上に照射されるレーザ光の形状と位置とを確認するために、視野内にスリット像と呼ばれる目印を形成するよう構成するのが一般的である。制御部10は上記のレーザ光源1とビーム整形光学系2と観察光学系3とXYステージ4とを夫々制御する。

【0009】 上記の如く構成された修正装置による残留欠陥9aの修正方法は、図8(a)に示すように、フォトマスク5を観察しながらXYステージ4を微調整し、ビーム整形光学系2および観察光学系3によって形成されたスリット像11の位置に残留欠陥9aの位置を合わせる。この位置合わせが完了した後に、レーザ光源1からレーザ光を出射して残留欠陥9aに照射する。

【0010】 これによって、図8(b)に示すように、残留欠陥9aがレーザ光の熱エネルギーで瞬時に蒸発し、残留欠陥9aの除去修正が行われる。このとき残留欠陥9aに照射されるレーザパルスの照射回数は、通常のフォトマスク5の場合、2回が一般的である。

【0011】 すなわち、図9に示すように、ガラス基板12上のパターン9に生じた残留欠陥9a-1[図9(a)参照]に対して一発目のレーザパルスが、残留欠陥9a-1のうち数%程度の薄い膜9a-2[図9(b)参照]が残るように照射される。この薄い膜9a-2に2発目のレーザパルスが照射されると、レーザパルスによって薄い膜9a-2が完全に除去され、残留欠陥9a-1の除去修正が完了する[図9(c)参照]。

【0012】 ここで、残留欠陥9a-1の除去に用いられるレーザパルスのエネルギーは、残留欠陥9a-1が1発目のレーザパルスで完全に除去されるエネルギーよりも少し低く設定される。すなわち、残留欠陥9a-1に対

## 3

して一度に強いエネルギーを与えるよりも、少し低めのエネルギーで2回照射して修正するほうが修正形状のふくらみやエッジラフネスの点で優れているためである。

【0013】尚、残留欠陥9aの金属薄膜の膜厚が通常の膜厚(1000オングストローム程度)よりも厚い場合には、その膜厚に比例してレーザーパルスのエネルギーを上げるか、または照射回数を増やすか、あるいはその両方の方法が採られる。

【0014】このような従来のフォトマスク欠陥修正装置では、1つの残留欠陥9aに対して2発以上のレーザーパルスを照射することによってその残留欠陥9aを完全に修正することができる。しかしながら、残留欠陥9aに照射される2発以上のレーザーパルス各々のエネルギーが同じに設定されているため、最終的に照射されるレーザーパルスのエネルギーがガラス基板12上に残っている薄い膜9a-2に対して強すぎ、図10に示すように、ガラス基板12上の欠陥修正部12aで損傷が生じるという問題がある。

## 【0015】

【発明の目的】本発明は上記のような従来のものの問題点を除去すべくなされたもので、ガラス基板表面に損傷を与えることなく、残留欠陥を修正することができるフォトマスク修正装置およびフォトマスク修正方法の提供を目的とする。

## 【0016】

【発明の構成】本発明によるフォトマスク修正装置は、フォトマスクの残留欠陥に対してレーザー光を複数回照射して前記残留欠陥の除去修正を行うフォトマスク修正装置であって、前記残留欠陥に照射する最終のレーザー光の出力を前記最終以前のレーザー光の出力よりも低くする手段を設けたことを特徴とする。

【0017】また、本発明によるフォトマスク修正方法は、フォトマスクの残留欠陥に対してレーザー光を複数回照射して前記残留欠陥の除去修正を行うフォトマスク修正方法であって、前記残留欠陥に照射する最終のレーザー光の出力を前記最終以前のレーザー光の出力よりも低くする工程を設けたことを特徴とする。

## 【0018】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して説明する。

【0019】図1は本発明の一実施例を示す構成図である。図において、レーザー光源1はレーザーヘッド1aやレーザー電源1b、および冷却器(図示せず)などからなり、通常はパルス励起QスイッチYAGレーザーが用いられる。

【0020】ビーム整形光学系2はレーザー光源1から出射されたレーザーパルス100をビームエキスパンダー(図示せず)によって拡大し、拡大したレーザー光をスリット(図示せず)などによって所望の形に整形する。

【0021】観察光学系3は通常顕微鏡と同様の構成を

## 4

とり、図示せぬ対物レンズや照明装置、および接眼鏡やTVカメラなどから構成されている。観察光学系3はこれらの構成部品によってXYステージ4上のフォトマスク5を観察する。このとき同時に、観察光学系3はビーム整形光学系2で整形されたレーザー光を対物レンズによってフォトマスク5の表面に集光する。

【0022】これらビーム整形光学系2および観察光学系3においてはフォトマスク5上に照射されるレーザー光の形状と位置とを確認するために、視野内にスリット像と呼ばれる目印を形成するよう構成するのが一般的である。制御部6は上記レーザー光源1のレーザー電源1bとビーム整形光学系2と観察光学系3とXYステージ4とを夫々制御する。

【0023】この制御部6によるレーザー電源1bの制御は制御部6からのフラッシュトリガ信号101とQスイッチトリガ信号102と出力制御信号103とによって行われる。制御部6はフラッシュトリガ信号101によってレーザー光源1のフラッシュランプ(図示せず)の点灯を指示し、Qスイッチトリガ信号102によってレーザー光源1のQスイッチ動作を指示し、出力制御信号103によってフラッシュランプの充電電圧を制御する。この出力制御信号103の大小によって出射されるレーザーパルスのエネルギーの大小が決定される。

【0024】図2は図1の制御部6によるレーザー電源1bの制御動作を示すタイミングチャートである。これら図1および図2を用いて本発明の一実施例の動作について説明する。

【0025】まず、レーザー光源1から1発目のレーザーパルス100を出射する場合、制御部6は出力制御信号103を所定の電圧V1にしてフラッシュトリガ信号101およびQスイッチトリガ信号102をレーザー電源1bに出力する。これによって、レーザーヘッド1aからエネルギーE1のレーザーパルス100が出射される。

【0026】この1発目のレーザーパルス100によって、数%程度の薄い膜9a-2を残して残留欠陥9a-1がほぼ除去される[図9(b)参照]。ここで、フラッシュトリガ信号101およびQスイッチトリガ信号102の間にはレーザーヘッド1aの特性に応じて少し遅延時間を設けるのが普通である(図2参照)。

【0027】次に、レーザー光源1から2発目のレーザーパルス100を出射する場合、制御部6は出力制御信号103を所定の電圧V1よりも小さい電圧V2にしてフラッシュトリガ信号101およびQスイッチトリガ信号102をレーザー電源1bに出力する。これによって、レーザーヘッド1aから1発目のエネルギーE1よりも小さいエネルギーE2の2発目のレーザーパルス100が出射される。

【0028】この2発目のレーザーパルス100によって、1発目のレーザーパルス100で残された薄い膜9a-2が完全に除去され、残留欠陥9a-1の修正が完了する[図9(c)参照]。この場合、2発目のレーザーパルス

10

20

30

40

50

100 はエネルギーが小さいので、図10に示す従来例のようなガラス基板12表面の損傷が発生することはない。

【0029】ここで、出力制御信号103によって指定される電圧Vとレーザパルス100のエネルギーEとの間にはある相関関係が存在するので、予めこの特性を測定しておけば、出力制御信号103によって指定される電圧Vを可変させることでレーザパルス100のエネルギーEを変えることができる。したがって、例えばこの関係が比例関係であれば、2発目のレーザパルス100の出射時に指定する電圧V2を1発目のレーザパルス100の出射時に指定した電圧V1よりも10%下げることによって、2発目のレーザパルス100のエネルギーE2を1発目のレーザパルス100のエネルギーE1よりも10%下げることができる。

【0030】上記の残留欠陥9a-1の修正に最適なエネルギーE1、E2、つまり指定電圧V1、V2はフォトマスク5の材質によって異なるので、それらの値を予め実験によって求めておき、制御部6に設定しておく。これによって、制御部6は材質の異なるフォトマスク5に対しても対応することが可能となる。

【0031】上述したように、2発目のレーザパルス100のエネルギーE2を1発目のレーザパルス100のエネルギーE1よりも低くすることによって、従来の修正装置のハードウェア構成を生かしたまま、レーザ電源1bの制御方法を変えるだけで比較的低コストで、ガラス基板に損傷を与えるという従来の問題を解決することができる。

【0032】図3は本発明の他の実施例を示す構成図である。図において、本発明の他の実施例はレーザ光源1とビーム整形光学系2との間にアッテネータ8を設置し、そのアッテネータ8を制御部7によって制御するようにした以外は本発明の一実施例と同様の構成となっており、同一構成要素には同一符号を付してある。また、同一構成要素の動作は本発明の一実施例の動作と同様である。

【0033】本発明の他の実施例では、制御部7によってアッテネータ8の透過率を可変制御し、レーザ光源1からビーム整形光学系2に出射されるレーザパルス100のエネルギーを可変するようにしている。すなわち、アッテネータ8の透過率を可変することで、上述した本発明の一実施例と同様に、2発目のレーザパルス100のエネルギーE2を1発目のレーザパルス100のエネルギーE1よりも低くしている。

【0034】図4は図3のアッテネータ8の一例を示す図である。図において、偏光板8aは図示せぬモータなどによって矢印Aの方向に回転駆動される。この偏光板8aを回転することによって、偏光板8aにおけるレーザパルス100の透過位置が変わり、偏光板8aを透過したレーザパルス100のエネルギーEが変化する。

【0035】よって、レーザ光源1から出射されるレー

ザパルス100のエネルギーを一定にしておき、1発目のレーザパルス100および2発目のレーザパルス100の偏光板8aにおける透過位置を可変するだけで、2発目のレーザパルス100のエネルギーE2を1発目のレーザパルス100のエネルギーE1よりも低くすることができる。

【0036】図5は図3のアッテネータ8の他の例を示す図である。図において、円板8bには各々透過率の異なるフィルタ8b-1～8b-7が円周上に配置されており、図示せぬモータなどによって矢印Bの方向に回転駆動される。この円板8bを回転することによって、円板8bにおいてレーザパルス100が透過するフィルタ8b-1～8b-7が変わり、円板8bを透過したレーザパルス100のエネルギーEが変化する。

【0037】よって、レーザ光源1から出射されるレーザパルス100のエネルギーを一定にしておき、1発目のレーザパルス100および2発目のレーザパルス100が透過する円板8bのフィルタ8b-1～8b-7を可変するだけで、2発目のレーザパルス100のエネルギーE2を1発目のレーザパルス100のエネルギーE1よりも低くすることができる。

【0038】上述したように、アッテネータ8を偏光板8aや円板8bで構成した場合、レーザ光源1外部でレーザパルス100のエネルギーを可変することができるので、レーザ光源1を常に安定したエネルギーレベルに保持しておくことができる。よって、レーザパルス100のエネルギーを可変するときでも、レーザ光源1への負担を軽減することができる。

【0039】このように、フォトマスク5の残留欠陥に対してレーザパルス100を複数回照射して残留欠陥の除去修正を行うときに、制御部6からレーザ電源1bに指定する電圧を可変して残留欠陥に照射する最終のレーザパルス100のエネルギーをそれ以前のレーザパルス100のエネルギーよりも低くすることによって、ガラス基板表面に損傷を与えることなく、残留欠陥を修正することができる。

【0040】また、レーザ光源1から出射されたレーザパルス100が透過するアッテネータ8の透過率を可変して残留欠陥に照射する最終のレーザパルス100のエネルギーをそれ以前のレーザパルス100のエネルギーよりも低くすることによって、ガラス基板表面に損傷を与えることなく、またレーザ光源1の負担を大きくすることなく、残留欠陥を修正することができる。

【0041】尚、本発明の一実施例および他の実施例ではフォトマスク5の残留欠陥を2発のレーザパルス100で修正する場合について述べたが、残留欠陥を3発以上のレーザパルス100で修正してもよく、これに限定されない。その場合、最終的に残留欠陥に照射されるレーザパルス100のエネルギーがそれ以前のレーザパルス100のエネルギーよりも小さくなるように制御することによって、最適な残留欠陥の修正を行うことができる。

## 【0042】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、フォトマスクの残留欠陥に対してレーザ光を複数回照射して残留欠陥の除去修正するときに、残留欠陥に照射する最終のレーザ光の出力をそれ以前のレーザ光の出力よりも低くすることによって、ガラス基板表面に損傷を与えずに、残留欠陥を修正することができるという効果がある。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す構成図である。

【図2】図1の制御部によるレーザ電源の制御動作を示すタイミングチャートである。

【図3】本発明の他の実施例を示す構成図である。

【図4】図3のアッテネータの一例を示す図である。

【図5】図3のアッテネータの他の例を示す図である。

【図6】フォトマスクの欠陥例を示す図である。

【図7】従来例を示す構成図である。

【図8】従来例によるフォトマスクの残留欠陥の修正方

法を示す図である。

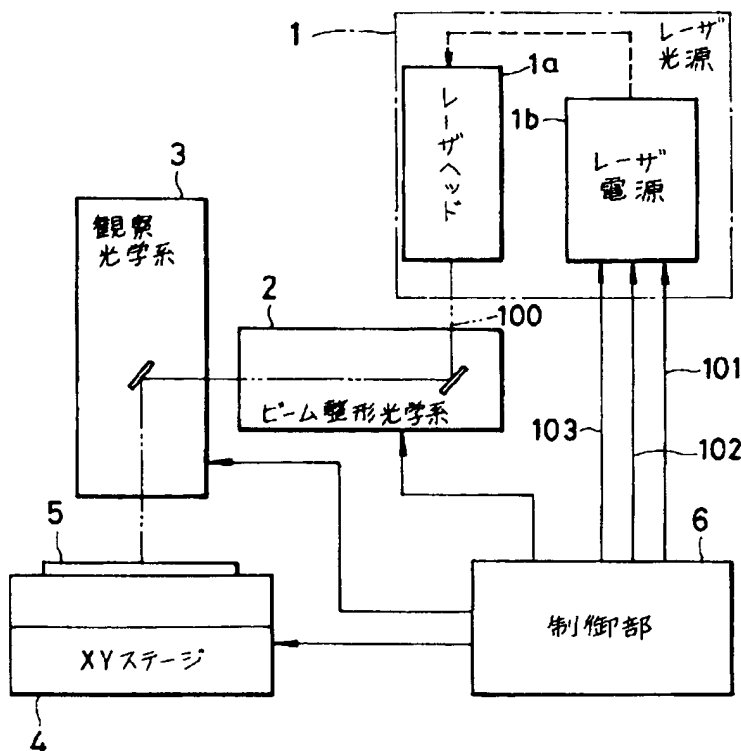
【図9】従来例によるフォトマスクの残留欠陥の修正方法を示す図である。

【図10】従来例による修正後のガラス基板の状態を示す図である。

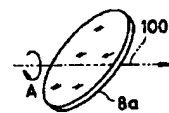
## 【符号の説明】

- 1 レーザ光源
- 1 a レーザヘッド
- 1 b レーザ電源
- 6, 7 制御部
- 8 アッテネータ
- 8 a 偏光板
- 8 b 円板
- 8 b-1 ~ 8 b-7 フィルタ
- 100 レーザパルス
- 101 フラッシュトリガ信号
- 102 Qスイッチトリガ信号
- 103 出力制御信号

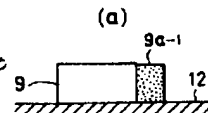
【図1】



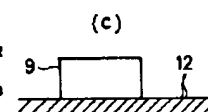
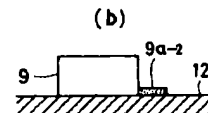
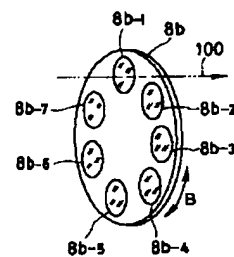
【図4】



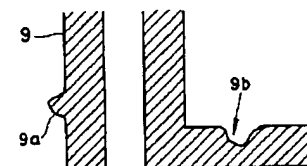
【図9】



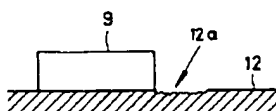
【図5】



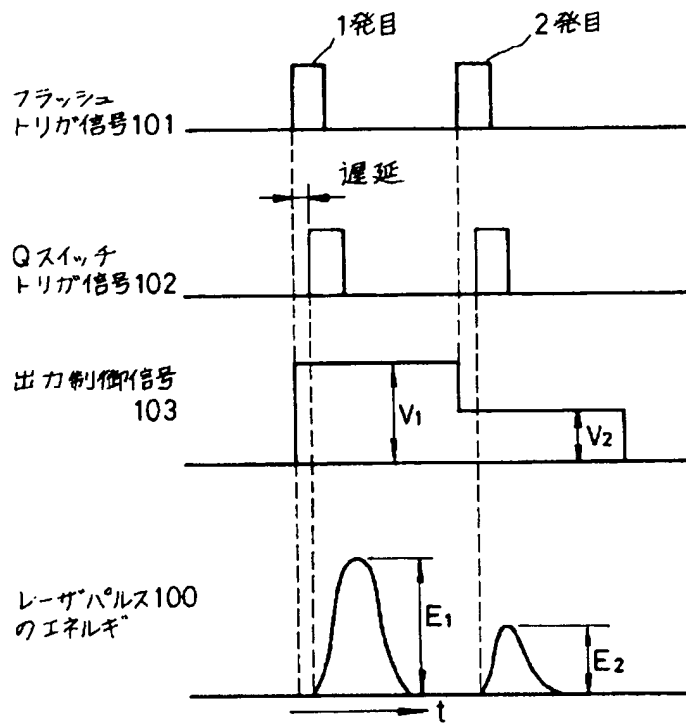
【図6】



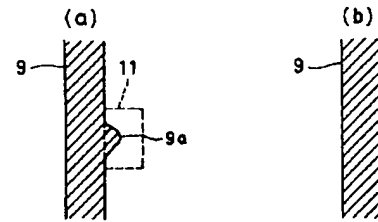
【図10】



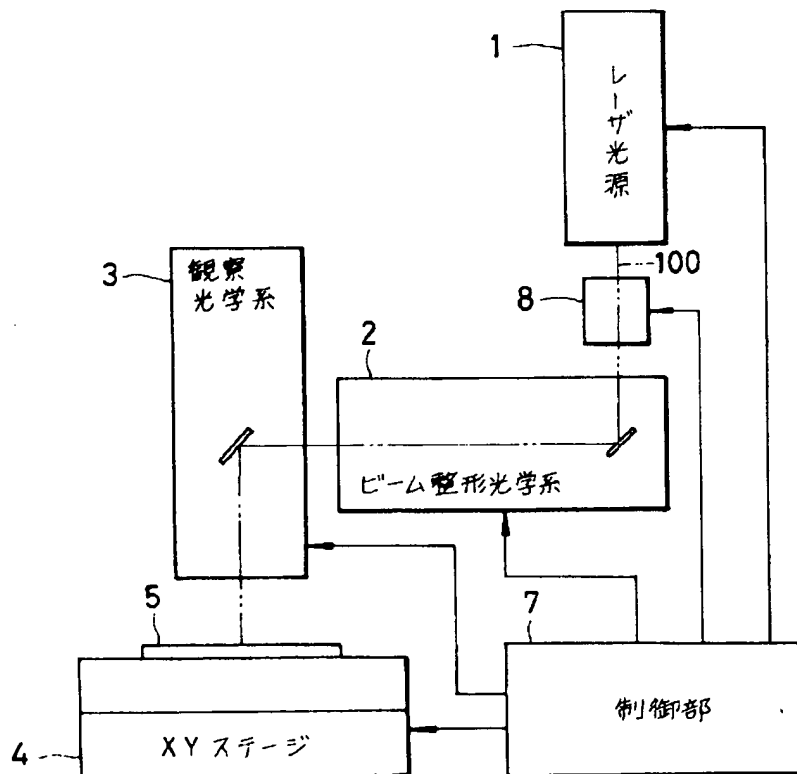
【図2】



【図8】



【図3】



【図 7】

